

7
10-29-01
Mori

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of

Kazuo MATSUZAKI et al.

Serial No.: NEW APPLICATION

Filed: January 9, 2001

For: A SEMICONDUCTOR DEVICE EXHIBITING A HIGH BREAKDOWN VOLTAGE
AND THE METHOD OF MANUFACTURING THE SAME



CLAIM FOR PRIORITY

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing dates of the following prior foreign applications filed in the following country is hereby requested for the above-identified application and the priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed:

JAPAN 2000-008961 January 18, 2000;

JAPAN 2000-146704 May 18, 2000.

In support of this claim, certified copies of said original foreign applications are filed herewith. It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. 119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Respectfully submitted,

01/09/01
Date

Marc A. Rossi
Marc A. Rossi
Registration No. 31,923

Attorney Docket: FUJI:179

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

2000年 1月18日

出願番号
Application Number:

特願2000-008961

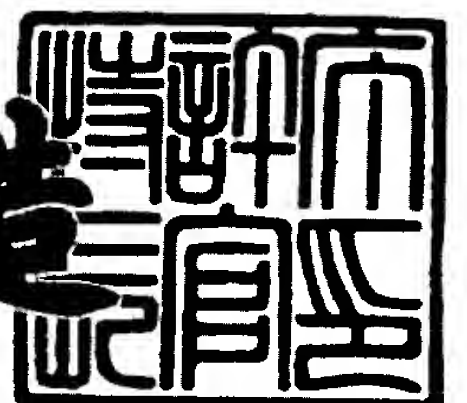
出願人
Applicant(s):

富士電機株式会社

2000年10月27日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3088148

【書類名】 特許願

【整理番号】 99P01556

【提出日】 平成12年 1月18日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/027

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 富士電機株式会社内

【氏名】 松崎 一夫

【特許出願人】

【識別番号】 000005234

【氏名又は名称】 富士電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088339

【弁理士】

【氏名又は名称】 篠部 正治

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013099

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9715182

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 不純物拡散領域の形成方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体基板に、不純物拡散領域を形成する方法において、前記半導体基板上に前記半導体基板に近づくにつれて広くなる第 1 の開口部を有するイオン注入マスクを形成する工程と、前記イオン注入マスクをマスクとしてイオン注入を行い、少なくとも前記第 1 の開口部に対応する前記半導体基板表面にイオン注入する工程と、注入された不純物イオンを拡散する熱処理工程とを含むことを特徴とする不純物拡散領域の形成方法。

【請求項 2】 前記イオン注入マスクを形成する工程は、前記半導体基板上に複数の異なる層を積層する工程と、前記複数の層の最上の層から下層の層にかけて順に一つ上の層をマスクとしてエッチングし、一つ上の層の開口部より大きい開口部を形成し、前記第 1 の開口部を形成する工程とを、含むことを特徴とする請求項 1 に記載の不純物拡散領域の形成方法。

【請求項 3】 前記半導体基板上にマスク用酸化膜を形成する工程と、該マスク用酸化膜上にフォトレジストを被覆する工程と、該フォトレジストをフォトマスクで選択的に第 2 の開口部を形成する工程と、該第 2 の開口部を有する前記フォトレジストをマスクとして、前記第 2 の開口部直下の前記マスク用酸化膜と、前記第 2 の開口部の端部近傍直下で前記第 2 の開口部の端部から所定の横方向距離にある前記マスク用酸化膜とを除去する工程と、前記第 2 の開口部直下の半導体基板と、前記フォトレジスト直下の前記マスク用酸化膜が無い箇所の半導体基板と、前記マスク用酸化膜直下の半導体基板とに、同時に、前記フォトレジストと前記マスク用酸化膜とをそれぞれ貫通して、前記半導体基板に不純物イオンが達するイオン注入を行う工程と、注入された前記不純物イオンを拡散する熱処理工程とを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の不純物拡散領域の形成方法。

【請求項 4】 前記半導体基板に酸化膜を形成する工程と、該酸化膜上に窒化膜を形成する工程と、前記窒化膜上にフォトレジストを塗布する工程と、該フォトレジストを硬化させた後、フォトリソグラフィーで拡散領域を形成すべき部分の前記フォトレジストに第 3 の開口部を形成する工程と、該第 3 の開口部の前記

窒化膜を除去し、該窒化膜に第 4 の開口部を形成する工程と、該窒化膜をマスクとして、前記酸化膜を、前記第 4 の開口部の端部から所定の横方向距離をエッチングし、前記酸化膜に第 5 の開口部を形成する工程と、前記フォトリソと前記窒化膜と前記酸化膜で構成されるイオン注入マスクを介して、ボロンイオンのイオン注入を全面に行う工程と、該イオン注入マスクを除去し、熱拡散する工程とを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の不純物拡散領域の形成方法。

【請求項 5】前記半導体基板上に酸化膜を形成し、該酸化膜上に窒化膜を形成する工程と、該窒化膜上にフォトリソを被覆する工程と、該フォトリソをフォトリソで選択的に開口する工程と、該開口された前記フォトリソをマスクとして、前記フォトリソの開口部直下の前記窒化膜と、前記フォトリソの開口端部近傍直下で開口端部から所定の横方向距離にある前記窒化膜とを除去する工程と、第 1 導電形不純物イオンを前記フォトリソをマスクとして、前記半導体基板にイオン注入する工程と、前記フォトリソを除去し、前記窒化膜が被覆していない箇所の前記酸化膜を熱処理により選択酸化膜とする工程と、前記窒化膜を除去する工程と、該選択酸化膜をマスクとして、第 2 導電形不純物イオンを前記半導体基板にイオン注入する工程と、前記第 1 および第 2 導電形不純物イオンを拡散する熱処理工程とを含むことを特徴とする不純物拡散領域の形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、プレーナ型半導体素子で高耐圧化のために用いられるオフセット領域や周辺耐圧構造を形成する不純物拡散領域の形成方法に係わり、特に、一枚のフォトリソで、部分的に濃度が異なる不純物拡散領域や、導電形の異なる不純物拡散領域を形成する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

図 4 は従来の不純物拡散領域を形成する方法の一例を示す図であり、同図（a）はイオン注入工程の図、同図（b）は熱拡散工程の図である。n シリコン基板

5 1 の表面にイオン注入マスクとなるフォトレジスト 5 2 を形成し、図示しないフォトマスクにてこのフォトレジスト 5 2 をパターニングする。つぎに、全面に例えばボロンイオン注入 5 5 をして、フォトレジスト 5 2 の開口部である拡散形成領域 5 3 にボロンイオン 5 4 を打ち込む（同図（a））。つぎに、フォトレジスト 5 2 を除去し、熱拡散を行って、打ち込まれたボロンイオン 5 4 を、活性化させると、同時に、n シリコン基板 5 1 内に拡散させ、p 領域 5 6 が形成される（同図（b））。尚、イオン注入マスクとしては、ここで説明したフォトレジスト 5 2 の他に SiO_2 膜などがある。

【 0 0 0 3 】

前記の場合、一枚のイオン注入マスクを形成するためのフォトマスク（エマルジョンやクロムでパターニングされたガラス板のこと）が 1 枚必要となる。

しかし、例えば、p オフセット領域を一つの p 領域 5 6 で形成するよりも、濃度の異なる複数の p 領域で形成する方が、素子の耐圧特性を高い信頼性で確保するためには有利である。

【 0 0 0 4 】

図 5 は、濃度の異なる複数の p 領域を形成した場合の図である。ここでは、I、II、III の 3 つの濃度の異なる領域で構成された p 領域 5 7 を形成した場合である。この濃度の異なる領域を形成するには、つぎの 2 つの方法がある。

第一の方法は、図示しないが、図 4（a）の工程をフォトマスクを変えて複数回繰り返す、その後一括して熱処理し形成する方法である。第二の方法は、図 6 に示すように、イオン注入マスク材を 3 種類（6 1、6 2、6 3）変えて、その組み合わせでイオン注入マスクの厚さを、B、C、D の領域で段階的に変わるようにし、1 回のイオン注入 5 8 でイオン 5 9 のドーズ量を制御して形成する方法である。

【 0 0 0 5 】

第一の方法は一つの領域に一つのフォトマスクが必要になるために、形成する領域の数だけフォトマスクの枚数が必要になる。また、第二の方法も膜厚の異なる箇所を有するイオン注入マスクの形成が必要となる。膜厚が異なる箇所を形成するためには、厚みが異なる数だけ、フォトマスクが必要となる。例えば、3 種

類の厚みがことなる 3 枚のマスクが必要となる。

【 0 0 0 6 】

前記したように、耐圧特性を向上させるために、複数個の濃度の異なる不純物拡散領域（p オフセット領域）が必要になる。ここでは、単一の p オフセット領域を有する高耐圧 MOS FET と濃度の異なる複数の p 領域で構成される p オフセット領域を有する高耐圧横形 MOS FET について、その断面構造と、p オフセット領域の形成方法および電界強度の比較について説明する。

【 0 0 0 7 】

図 7 は、従来の高耐圧横形パワー MOS FET の断面図を示す。図 7 の素子は 7 0 0 V 以上の素子耐圧をもち、ゲート電極 6 0 8 に + 5 V のゲート信号が加わると、ゲート直下の p ベース領域 6 0 3 にチャネルが形成され、n ソース領域 6 0 4 から電子はこのチャネルを通り n ドリフト領域（n シリコン基板 6 0 1）に入り、n ドレイン領域 6 0 5 に吸い込まれてオン状態となる。ゲートがオフした場合は p ベース領域 6 0 3 と n ベース領域（n シリコン基板 6 0 1）の p n 接合面、および n ベース領域（n シリコン基板 6 0 1）と p オフセット領域 6 0 2 の p n 接合面に逆バイアスが印加されて素子全体としてオフ時の耐圧を確保する構造となっている。尚、図中の 6 0 6 は p コンタクト領域、6 0 7 はゲート酸化膜、6 0 9 は絶縁膜、6 1 0 はソース電極、6 1 1 はドレイン電極である。

【 0 0 0 8 】

一般にいわれるように、オン抵抗と耐圧とはトレードオフの関係にある。上記構造の高耐圧横形 MOS FET を含むパワー IC の素子耐圧を安定に高耐圧で維持しつつ、同時にオン抵抗を小さくするために、図 7 に示される単一の厚さの p オフセット領域 6 0 2 を、濃度の異なる p 領域を組み合わせる p オフセット領域を形成する方法がある。この方法を採用することで、電界集中が抑制されることが実験および計算から分かっている。

【 0 0 0 9 】

図 8 は、従来の濃度の異なる p 領域を組み合わせる p オフセット領域を有する高耐圧横形 MOS FET の断面構造の図である。図 7 との違いは、p オフセット領域 8 3 が 3 つの濃度の異なる第 1、第 2、第 3 p 領域 8 3 a、8 3 b、8 3 c

で構成されている点である。尚、図中の 7 1 は n シリコン領域、8 3 は p オフセット領域となる p 領域、8 3 a、8 3 b、8 3 c は濃度の異なる p 領域、8 7 は p ベース領域となる p 領域、8 8 は n ソース領域、8 9 は n ドレイン領域、9 0 は p コンタクト領域、9 1 はゲート酸化膜、9 2 はゲート電極、9 3 は絶縁膜、9 4 はソース電極、9 5 はドレイン電極である。

この p オフセット領域 8 3 の濃度プロファイルを表 1 に示す。

【0 0 1 0】

【表 1】

オフセット領域	第 1	第 2	第 3
表面濃度 (cm^{-3})	7×10^{16}	5×10^{16}	3×10^{16}
拡散深さ (μm)	1.5	1.2	0.9

第 1 p 領域 8 3 a が一番濃度が高く、第 3 p 領域 8 3 c が濃度が一番低い。

図 9 は、単一の p オフセット領域と、濃度の異なる p 領域で構成される p オフセット領域とでの電界強度分布を比較した図である。

【0 0 1 1】

オフの状態では、図 7 の構造の場合、p オフセット領域 6 0 2 の両端で電界強度が異常に高くなるが、図 8 の構造にすると p オフセット領域 8 3 全体に亘って電界強度が比較的均等になり、素子耐圧に関する信頼性が向上した。

つぎに、図 8 で示した、濃度の異なる p 層からなる p オフセット領域を形成する方法について説明する。

【0 0 1 2】

図 1 0 から図 1 9 は、濃度の異なる p 層からなる p オフセット領域を形成する従来の形成方法で、工程順に示した工程断面図である。

n シリコン基板 7 1 上にフォトレジスト 7 4 a を被覆し、フォトマスク 7 0 0 を介して紫外線 7 0 1 を照射した後、エッチングでフォトレジスト 7 0 0 に開口部 7 5 を形成する (図 1 0)。

【0 0 1 3】

つぎに、高濃度のボロンイオン注入 7 7 を行い、ボロンイオン 7 6 を n シリコ

ン基板 7 1 に注入する (図 1 1)。

つぎに、n シリコン基板 7 1 上のフォトレジスト 7 4 a を除去し、再度フォトレジスト 7 4 b を被覆し、フォトマスク 7 0 2 を介して紫外線 7 0 3 を照射した後、エッチングでフォトレジスト 7 4 b に開口部 7 8 を形成する (図 1 2)。

【 0 0 1 4 】

つぎに、中濃度のボロンイオン注入 7 9 を行い、ボロンイオン 8 0 を n シリコン基板 7 1 に注入する (図 1 3)。

つぎに、n シリコン基板 7 1 上のフォトレジスト 7 4 b を除去し、再度フォトレジスト 7 4 c を被覆し、フォトマスク 7 0 4 を介して紫外線 7 0 5 を照射した後、エッチングでフォトレジスト 7 4 c に開口部 8 1 を形成する (図 1 4)。

【 0 0 1 5 】

つぎに、低濃度のボロンイオン注入 8 2 を行い、ボロンイオン 8 1 を n シリコン基板 7 1 に注入する (図 1 5)。

つぎに、熱拡散して、3 つの濃度の異なる領域を有する p 領域 8 3 を形成する。この p 領域が p オフセット領域となる (図 1 6)。

つぎに、n シリコン基板 7 1 表面と p 領域 8 3 表面にフォトレジスト 8 4 を被覆し、フォトマスク 7 0 7 を介して紫外線 7 0 8 を照射した後、エッチングでフォトレジスト 8 4 に開口部 8 5 を形成する (図 1 7)。

【 0 0 1 6 】

つぎに、高濃度のボロンイオン注入 8 7 を行い、ボロンイオン 8 6 を n シリコン基板 7 1 に注入する (図 1 8)。

つぎに、熱拡散して p ベース領域となる p 領域 8 7 を形成する (図 1 8)。

この後、図示しない複数の工程を経て、図 8 のような高耐圧横形 MOS FET が完成する。

【 0 0 1 7 】

前記のように、3 つの濃度の異なる p オフセット領域を形成するために、3 つのフォトマスク 7 0 0、7 0 2、7 0 4 が必要となり、フォトリソグラフィの工程と、イオン注入工程もイオン注入量を変えて 3 回必要となる。

【 0 0 1 8 】

【発明が解決しようとする課題】

前記のように、濃度の異なる不純物拡散領域（p領域）を形成するためには、異なる濃度領域の数の分だけフォトマスクの枚数が必要となる。また、図示しないが、導電形の異なる拡散層を形成する場合にも、複数のフォトマスクが必要となる。そのため、製造コストが高くなる。

【0019】

この発明の目的は、前記の課題を解決して、一枚のフォトマスクで、濃度の異なる複数個の不純物拡散領域が形成でき、また、一枚のフォトマスクで、導電形の異なる不純物拡散領域が形成できる、低コストの不純物拡散領域の形成方法を提供することにある。

【0020】

【課題を解決するための手段】

前記の目的を達成するために、半導体基板に、不純物拡散領域を形成する方法において、前記半導体基板上に前記半導体基板に近づくにつれて広くなる第1の開口部を有するイオン注入マスクを形成する工程と、前記イオン注入マスクをマスクとしてイオン注入を行い、少なくとも前記第1の開口部に対応する前記半導体基板表面にイオン注入する工程と、注入された不純物イオンを拡散する熱処理工程とを含む形成方法とする。

【0021】

前記イオン注入マスクを形成する工程は、前記半導体基板上に複数の異なる層を積層する工程と、前記複数の層の最上の層から下層の層にかけて順に一つ上の層をマスクとしてエッチングし、一つ上の層の開口部より大きい開口部を形成し、前記第1の開口部を形成する工程とを含む形成方法とするとよい。

前記半導体基板上にマスク用酸化膜を形成する工程と、該マスク用酸化膜上にフォトレジストを被覆する工程と、該フォトレジストをフォトマスクで選択的に第2の開口部を形成する工程と、該第2の開口部を有する前記フォトレジストをマスクとして、前記第2の開口部直下の前記マスク用酸化膜と、前記第2の開口部の端部近傍直下で前記第2の開口部の端部から所定の横方向距離にある前記マスク用酸化膜とを除去する工程と、前記第2の開口部直下の半導体基板と、前記

フォトレジスト直下の前記マスク用酸化膜が無い箇所の半導体基板と、前記マスク用酸化膜直下の半導体基板とに、同時に、前記フォトレジストと前記マスク用酸化膜とをそれぞれ貫通して、前記半導体基板に不純物イオンが達するイオン注入を行う工程と、注入された前記不純物イオンを拡散する熱処理工程とを含む形成方法とするとよい。

【 0 0 2 2 】

前記半導体基板に酸化膜を形成する工程と、該酸化膜上に窒化膜を形成する工程と、前記窒化膜上にフォトレジストを塗布する工程と、該フォトレジストを硬化させた後、フォトリソグラフィーで拡散領域を形成すべき部分の前記フォトレジストに第 3 の開口部を形成する工程と、該第 3 の開口部の前記窒化膜を除去し、該窒化膜に第 4 の開口部を形成する工程と、該窒化膜をマスクとして、前記酸化膜を、前記第 4 の開口部の端部から所定の横方向距離をエッチングし、前記酸化膜に第 5 の開口部を形成する工程と、前記フォトレジストと前記窒化膜と前記酸化膜で構成されるイオン注入マスクを介して、ボロンイオンのイオン注入を全面に行う工程と、該イオン注入マスクを除去し、熱拡散する工程とを含む形成方法とするとよい。

【 0 0 2 3 】

前記半導体基板上に酸化膜を形成し、該酸化膜上に窒化膜を形成する工程と、該窒化膜上にフォトレジストを被覆する工程と、該フォトレジストをフォトマスクで選択的に開口する工程と、該開口された前記フォトレジストをマスクとして、前記フォトレジストの開口部直下の前記窒化膜と、前記フォトレジストの開口端部近傍直下で開口端部から所定の横方向距離にある前記窒化膜とを除去する工程と、第 1 導電形不純物イオンを前記フォトレジストをマスクとして、前記半導体基板にイオン注入する工程と、前記フォトレジストを除去し、前記窒化膜が被覆していない箇所の前記酸化膜を熱処理により選択酸化膜とする工程と、前記窒化膜を除去する工程と、該選択酸化膜をマスクとして、第 2 導電形不純物イオンを前記半導体基板にイオン注入する工程と、前記第 1 および第 2 導電形不純物イオンを拡散する熱処理工程とを含む形成方法とするとよい。

【 0 0 2 4 】

【発明の実施の形態】

この発明の概要について説明する。この発明は、濃度の異なる複数の不純物拡散領域を形成する場合や、異なる導電形の不純物拡散領域を形成する場合に、従来は複数のフォトマスクを用いていたものを、一つのフォトマスクで実現するものである。

【0025】

この発明の一つは、イオン注入マスクを、材料やエッチング速度の異なる多層薄膜で形成し、一つのフォトマスクで多層薄膜の最上部の薄膜を加工した後、下層の薄膜を順次加工して、下層の薄膜ほど開口部が大きいイオン注入マスクを自己整合で形成し、このイオン注入マスクを用いて、一回のイオン注入で注入量の異なる不純物拡散領域を形成することである。

【0026】

また、一つのフォトマスクで、異なる導電形の不純物イオンに対するイオン注入マスクを自己整合的に形成して、異なる導電形の不純物拡散領域を形成することにある。

尚、ここで自己整合とは、一つのフォトマスクで、相似形の複数個のパターンが形成されることを意味する。

【0027】

図3は、濃度の異なる複数の不純物拡散領域を形成する場合の概念的な工程で、同図(a)から同図(e)は、工程順に示した、工程断面図である。

シリコン基板41に SiO_2 膜42を形成し、フォトレジスト43を塗布する。フォトレジスト43を硬化させた後、フォトマスク44を介して、紫外線45をフォトレジスト43に照射し、露光後、エッチングして、拡散領域を形成すべき部分のフォトレジスト43に開口部46を形成する。(同図(a))。つぎに、ドライエッチング法でフォトレジスト43の開口部46の SiO_2 膜42を除去する(同図(b))。その後、フッ酸に浸漬し、横方向に任意の距離(ここでは領域II)だけ、フォトレジスト43下の SiO_2 膜42を除去する(同図(c))。そうすることで、イオン注入すべきシリコン基板41面が露出している部分(領域I)と、フォトレジスト43だけでカバーされている部分(領域II)と

、 SiO_2 膜 4 2 とフォトレジスト 4 3 の両方でカバーされている部分（領域 II I）の 3 つの領域が 1 つのフォトマスク 4 4 で自己整合的に形成されたことになる。

【0 0 2 8】

即ち、この状態で全面にイオン注入 4 7 をすると、I、II、III の各領域はそれぞれ、イオン注入阻止能が異なるため、それぞれの領域はイオン 4 8 の注入量の異なる領域となる。即ち、この場合は、注入量は I の領域 > II の領域 > III の領域の順になる（同図（d））。その結果、イオン注入マスクを除去して熱拡散すると、濃度の異なる不純物拡散領域が連続的に形成された一つの p 領域 4 9 となる（同図（e））。尚、イオンの飛程も領域毎に異なるので、拡散深さも若干異なったものとなる（同図（e）では深さに関して強調して描かれている）。

【0 0 2 9】

つぎに、一つのフォトマスクを用いて、濃度の異なる複数の不純物拡散層を形成する場合と、異なる不純物拡散層を形成する場合について、具体的な実施例について説明する。

図 1 は、この発明の第 1 実施例の不純物拡散領域の形成方法を示す図で、同図（a）から同図（e）は、工程順に示した要部工程断面図である。これは、1 つのフォトマスク 1 0 0 で、3 つの p 領域 7、8、9 で p オフセット領域 1 0 を形成する方法である。

【0 0 3 0】

n シリコン基板 1 に $1 \mu\text{m}$ の膜厚の LTO- SiO_2 膜 2（低温酸化法で形成した酸化膜）を形成し、その上に $1 \mu\text{m}$ の膜厚のプラズマ SiN 膜 3（プラズマ CVD 法で形成した窒化シリコン膜）を形成する。このプラズマ SiN 膜 3 上に $1 \mu\text{m}$ の膜厚のフォトレジスト 4 を塗布する。フォトレジスト 4 を硬化させた後、フォトマスク 1 0 0 を介して、紫外線 1 0 1 をフォトレジスト 4 に照射し、露光後、エッチングして、拡散領域を形成すべき部分のフォトレジスト 4 に開口部 1 6 を形成する（同図（a））。

【0 0 3 1】

つぎに、ドライエッチング法でフォトレジスト 4 の開口部 1 6 のプラズマ Si

N膜3を除去する。このSiN膜3は、図示しないが、実は、その表面層に5nm程度のエッチング速度の速い層が形成された2層構造の膜である。このエッチング速度の速い層の形成方法としては、SiN膜3の表面を水素プラズマ中に晒し表面を改質する方法や、熱窒化シリコン膜SiNの上にプラズマCVD-SiN:H膜（CVD法で成膜した水素が少量はいった窒化シリコン膜のこと）を薄く堆積する方法などがある。このエッチング速度の速い層があるため、SiN膜3は、所定の横方向距離Xだけエッチングされ、そのエッチング面は図のようにテーパー状になる。この横方向距離Xの大きさは、SiN膜3の膜厚分のエッチング時間を上回るオーバーエッチング時間で制御できる。

【0032】

このドライエッチングではLTO-SiO₂膜2はエッチングされない。つぎに、フッ酸に浸漬し、プラズマSiN膜3をマスクとして、LTO-SiO₂膜2を、プラズマSiN膜3の開口端部から所定の横方向距離Yだけ湿式エッチングする。つぎに、フォトレジスト4とプラズマSiN膜3およびLTO-SiO₂膜2で構成されるイオン注入マスクを介して、ボロンイオン注入5を全面的に行う。このイオン注入でnシリコン基板に導入されたボロンイオン6の濃度は、フォトレジスト4の開口部16のA領域が一番高く、つぎに、フォトレジスト4のみとなっている箇所のB領域が高く、フォトレジスト4とプラズマSiN膜3の2層となっている箇所のC領域が一番低く、尚、フォトレジスト4とプラズマSiN膜3とLTO-SiO₂膜2の3層となっている箇所のD領域にはボロンイオン6がイオン注入で到達しないために、ボロンイオン6はない。勿論、各層を薄くすれば、この箇所にもボロンイオン6が存在するようになる（同図（b））。

【0033】

つぎに、イオン注入マスク（2、3、4を合わせたもの）を除去し、熱拡散すると、A領域、B領域、C領域は、それぞれ、第1p領域7、第2p領域8、第3p領域9となり、第1p領域7は濃度が一番高く、つぎに第2p領域8が高く、第3p領域9が一番低くなる。その結果、濃度の異なる不純物拡散領域が連続的に形成された一つのp領域10となる（同図（c））。尚、イオンの飛程も領

域毎に異なるので、拡散深さも若干異なったものとなる（同図（c）では深さに関して強調して描かれている）。

【 0 0 3 4 】

つぎに、p ベース領域と p オフセット領域の一部を形成するために、パターンニングされたフォトレジスト 1 1 をマスクにボロンイオン注入 1 3 を行う。ボロンイオン 1 2 のドーズ量は A 領域のドーズ量程度以上にする（同図（d））。

つぎに熱処理して、p 領域 1 4、1 5 を形成する。p 領域 1 4 は素子を形成するための p ベース領域となり、p 領域 1 5 は、前記の第 1、第 2、第 3 p 領域 7、8、9 と合わせて、濃度の異なる p オフセット領域となる（同図（e））。

【 0 0 3 5 】

その後の工程は説明を省くが、最終的には、図 1 8 と同様の素子となる。

このようにすることで、一つのフォトマスク 1 0 0 を用いて、濃度の異なる複数の不純物拡散領域（7、8、9）を形成することができる。

図 2 は、この発明の第 2 実施例の不純物拡散領域の形成方法を示す図で、同図（a）から同図（d）は、工程順に示した要部工程断面図である。これは、一枚のフォトマスクで導電形の異なる 2 つの拡散層を形成する方法である。

【 0 0 3 6 】

n シリコン基板 2 1 に 2 0 n m の膜厚の熱酸化膜である SiO_2 膜 2 3、2 0 0 n m の膜厚の熱窒化シリコン膜である SiN 膜 2 4 を順次積層し、その上にフォトレジスト 2 5 を塗布する。フォトレジスト 2 5 を硬化させた後、フォトマスク 2 0 0 を介して紫外線 2 0 1 を照射し、拡散すべきところが窓開けされたレジストパターンニングを行う（同図（a））。ここで、 SiN 膜 2 4 は、前記と同様に、その表面層に 5 n m 程度のエッチング速度の速い層が形成された 2 層構造の膜である。この 2 層構造膜のため、開口部を通してプラズマエッチングすることにより、フォトレジスト 2 5 下の SiN 膜 2 4 も横方向にエッチングされる。横方向のエッチング量 X は、オーバーエッチング時間で制御できる。

【 0 0 3 7 】

つぎに、ボロンイオン注入 2 6 を行い、フォトレジスト 2 5 の窓開けされた部分のみにボロンイオン 2 7 を打ち込む（同図（b））。

その後、フォトレジスト 2 5 を除去して打ち込まれたボロンイオン 2 7 のドライブ拡散を酸化性雰囲気で行うと、 p^+ 領域 2 9 と同時に SiN 膜 2 4 のない部分には $1\ \mu\text{m}$ 程度の厚い酸化膜である LOCOS 2 8 が形成される（同図（c））。この LOCOS 2 8 がつぎの不純物導入のイオン注入マスクとなる。即ち、同図（c）に示すように、反対の導電形であるリンイオン注入 3 0 を行うと、LOCOS 2 8 のない部分のみにリンイオン 3 1 がイオン注入され、引き続くドライブ拡散で n^+ 領域 3 2 が形成される。即ち、この一連のプロセスで、一枚のフォトマスク 2 0 0 で導電形が異なる拡散領域（2 9、3 2）が形成される（同図（d））。

このようにすることで、一枚のフォトマスクを用いて、導電形の異なる不純物拡散領域を形成することができる。

【 0 0 3 8 】

【発明の効果】

この発明によれば、一枚のフォトマスクで濃度の異なる不純物拡散領域や異なる導電形の不純物拡散領域を形成することで、製造コストの低減を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

この発明の第 1 実施例の不純物拡散領域の形成方法で、（a）から（e）は、工程順に示した要部工程断面図

【図 2】

この発明の第 2 実施例の不純物拡散領域の形成方法で、（a）から（d）は、工程順に示した要部工程断面図

【図 3】

濃度の異なる複数の不純物拡散領域を形成する場合の概念的な工程で、（a）から（e）は、工程順に示した、工程断面図

【図 4】

従来の不純物拡散領域を形成する方法の一例を示す図であり、（a）はイオン注入工程の図、（b）は熱拡散工程の図

【図 5】

濃度の異なる複数の p 領域を形成した場合の図

【図 6】

イオン注入マスク材の厚さを変えて、濃度の異なる複数の p 領域を形成した場合の図

【図 7】

従来の高耐圧横形パワー MOS F E T の断面図

【図 8】

従来の濃度の異なる p 領域を組み合わせた p オフセット領域を有する高耐圧横形 MOS F E T の断面図

【図 9】

単一の p オフセット領域と、濃度の異なる p 領域で構成される p オフセット領域とでの電界強度分布を比較した図

【図 1 0】

従来の濃度の異なる p 層からなる p オフセット領域を形成する工程断面図

【図 1 1】

図 1 0 に続く、従来の濃度の異なる p 層からなる p オフセット領域を形成する工程断面図

【図 1 2】

図 1 1 に続く、従来の濃度の異なる p 層からなる p オフセット領域を形成する工程断面図

【図 1 3】

図 1 2 に続く、従来の濃度の異なる p 層からなる p オフセット領域を形成する工程断面図

【図 1 4】

図 1 3 に続く、従来の濃度の異なる p 層からなる p オフセット領域を形成する工程断面図

【図 1 5】

図 1 4 に続く、従来の濃度の異なる p 層からなる p オフセット領域を形成する

工程断面図

【図 1 6】

図 1 5 に続く、従来の濃度の異なる p 層からなる p オフセット領域を形成する
工程断面図

【図 1 7】

図 1 6 に続く、従来の濃度の異なる p 層からなる p オフセット領域を形成する
工程断面図

【図 1 8】

図 1 7 に続く、従来の濃度の異なる p 層からなる p オフセット領域を形成する
工程断面図

【図 1 9】

図 1 7 に続く、従来の濃度の異なる p 層からなる p オフセット領域を形成する
工程断面図

【符号の説明】

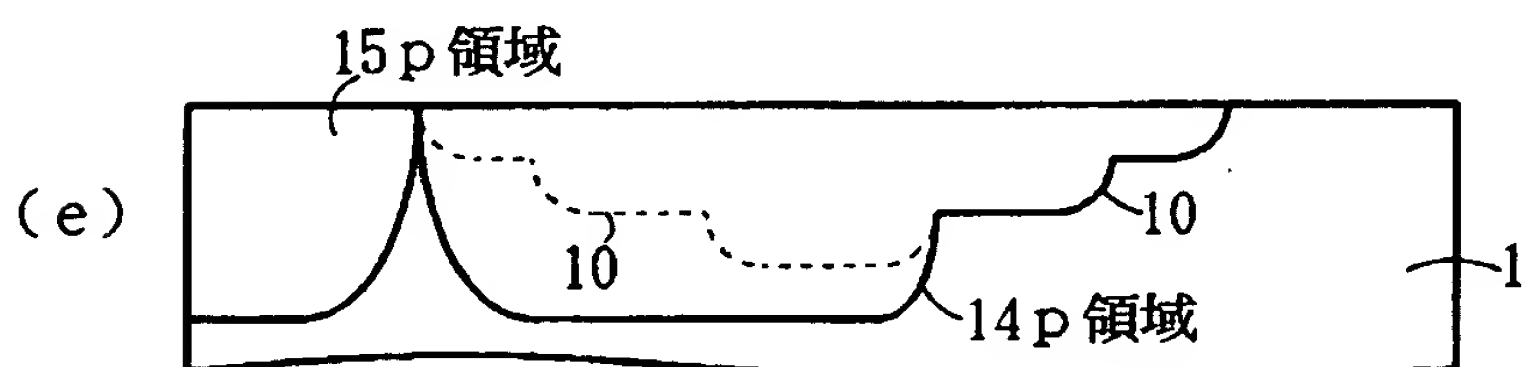
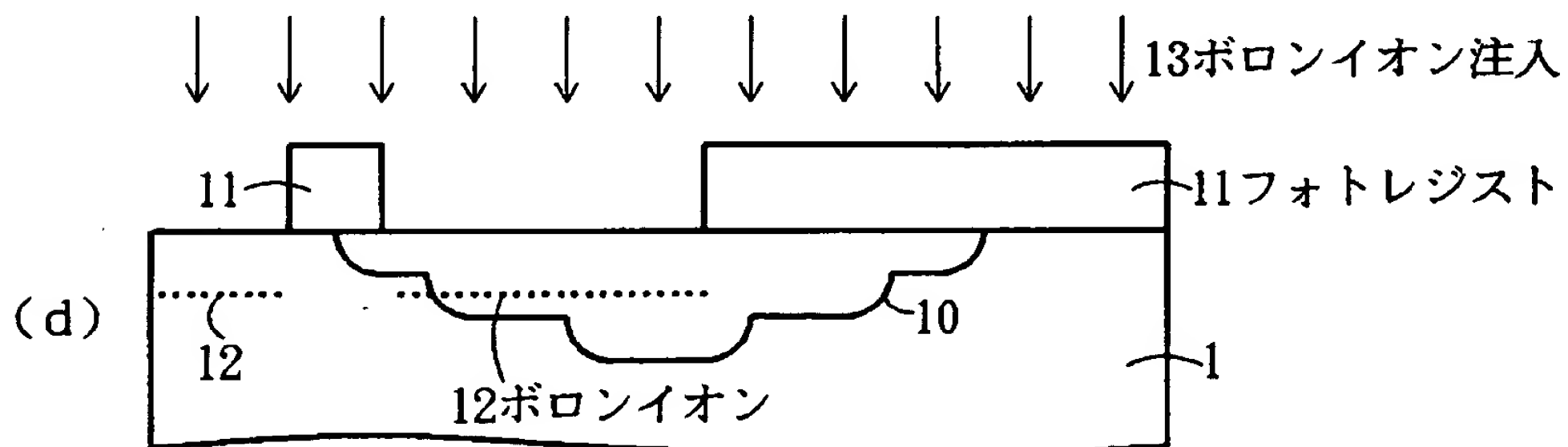
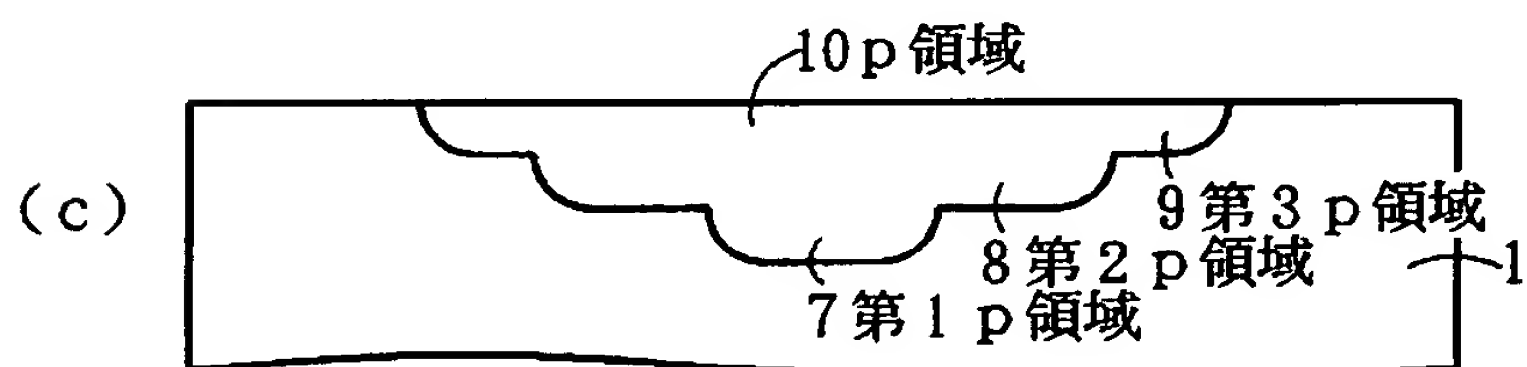
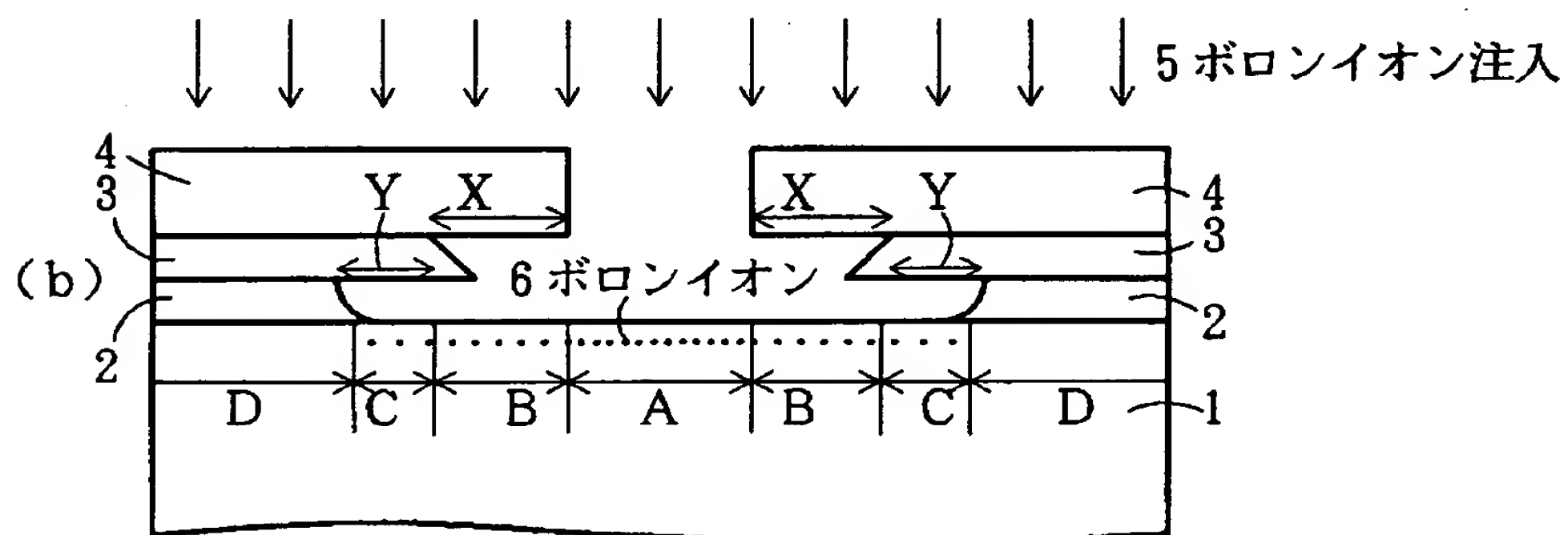
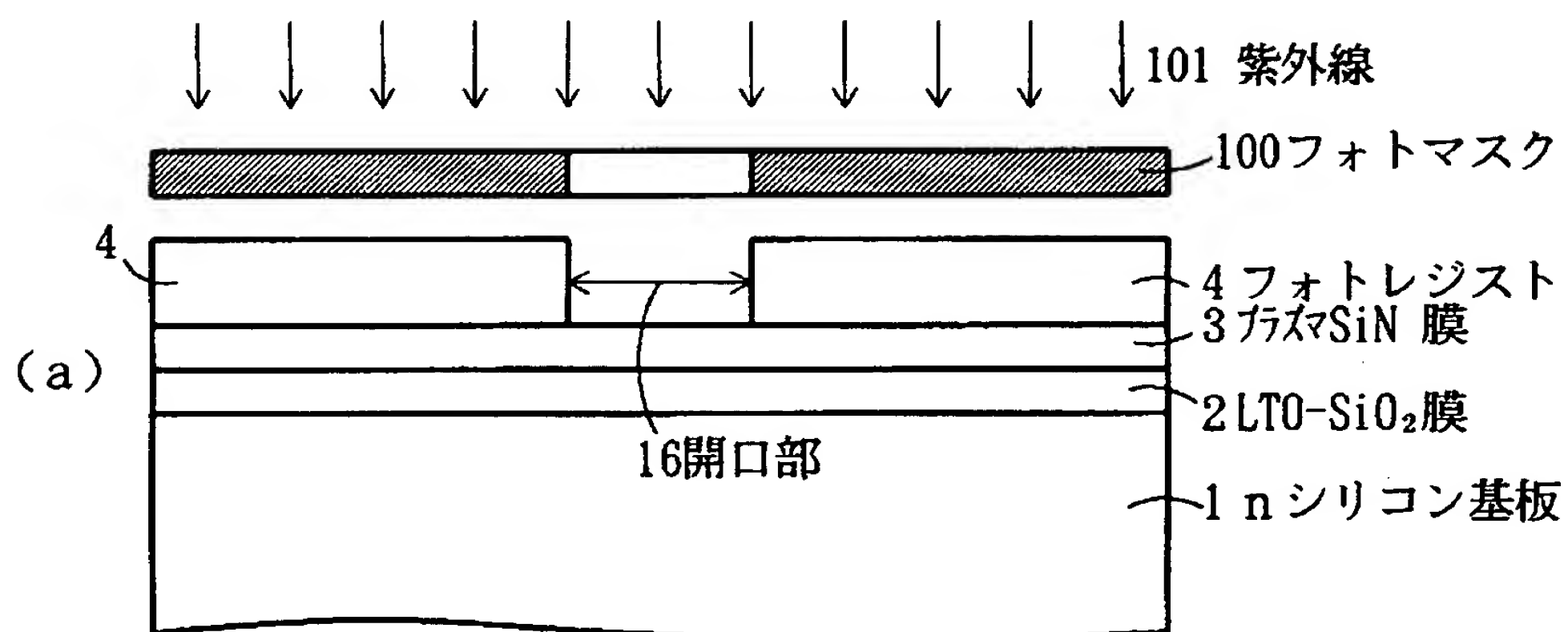
- 1、2 1 n シリコン基板
- 2 L T O - S i O₂ 膜
- 3 プラズマ S i N 膜
- 4、1 1、2 5、4 3 フォトレジスト
- 1 6、4 6、4 6 開口部
- 5、1 3、2 6 ボロンイオン注入
- 6、1 2、2 7 ボロンイオン
- 7 第 1 p 領域
- 8 第 2 p 領域
- 9 第 3 p 領域
- 1 0、1 4、1 5、2 2、4 9 p 領域
- 2 3 S i O₂ 膜
- 2 4 S i N 膜
- 2 8 L O C O S
- 2 9 p⁺ 領域

- 3 0 リンイオン注入
- 3 1 リンイオン
- 3 2 n^+ 領域
- 4 1 シリコン基板
- 4 2 SiO_2 膜
- 4 4、1 0 0、2 0 0 フォトマスク
- 4 5、1 0 1、2 0 1 紫外線
- 4 7 イオン注入
- 4 8 イオン

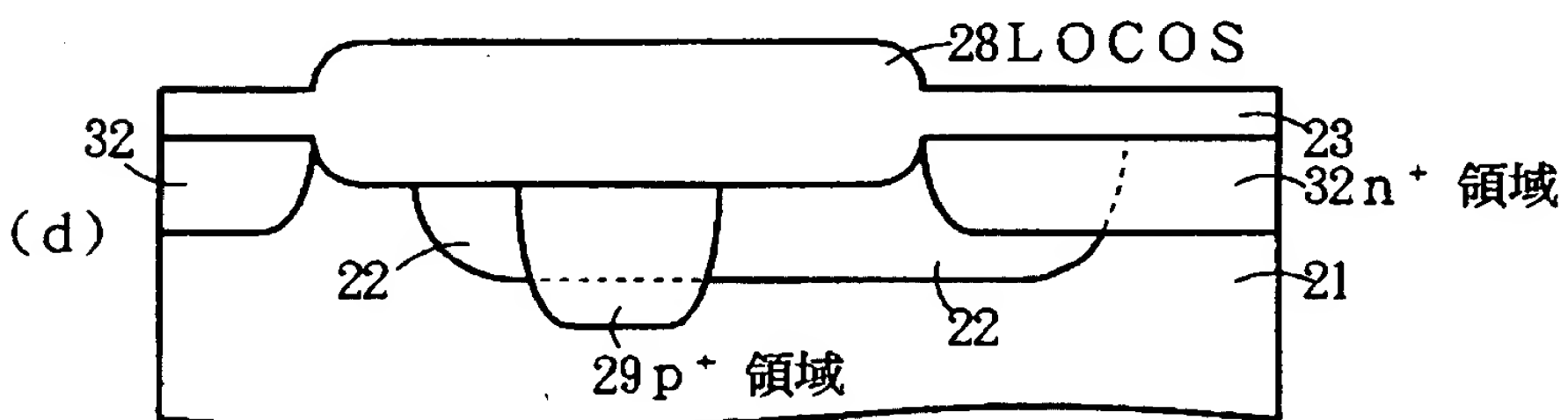
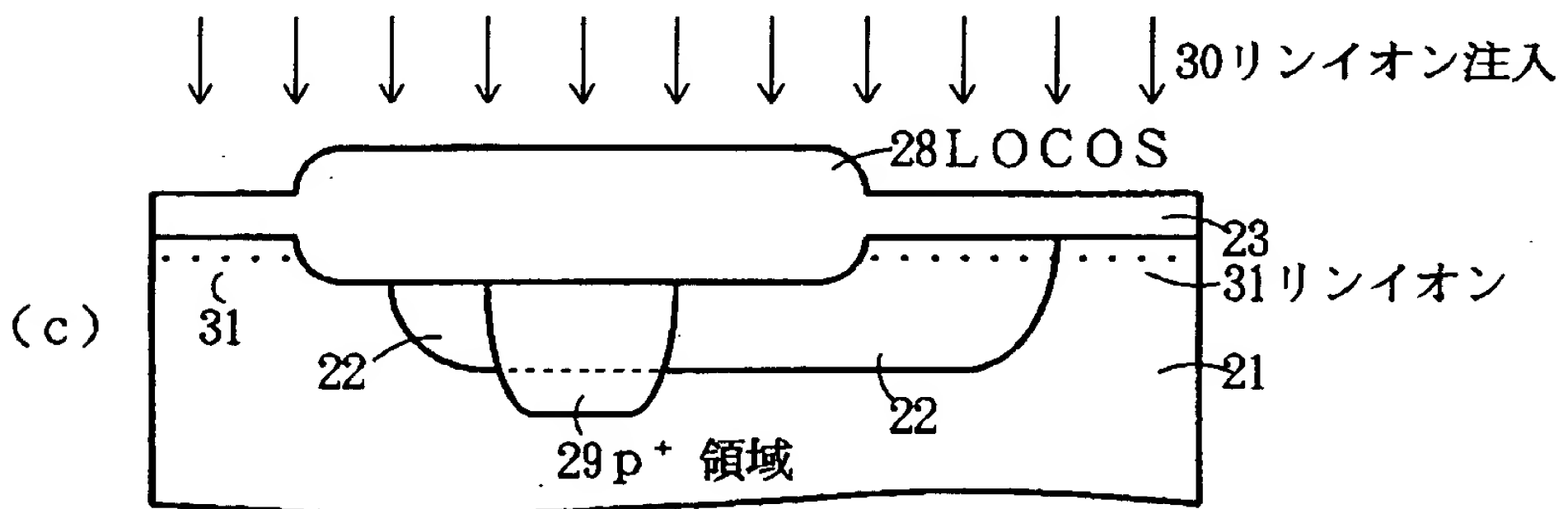
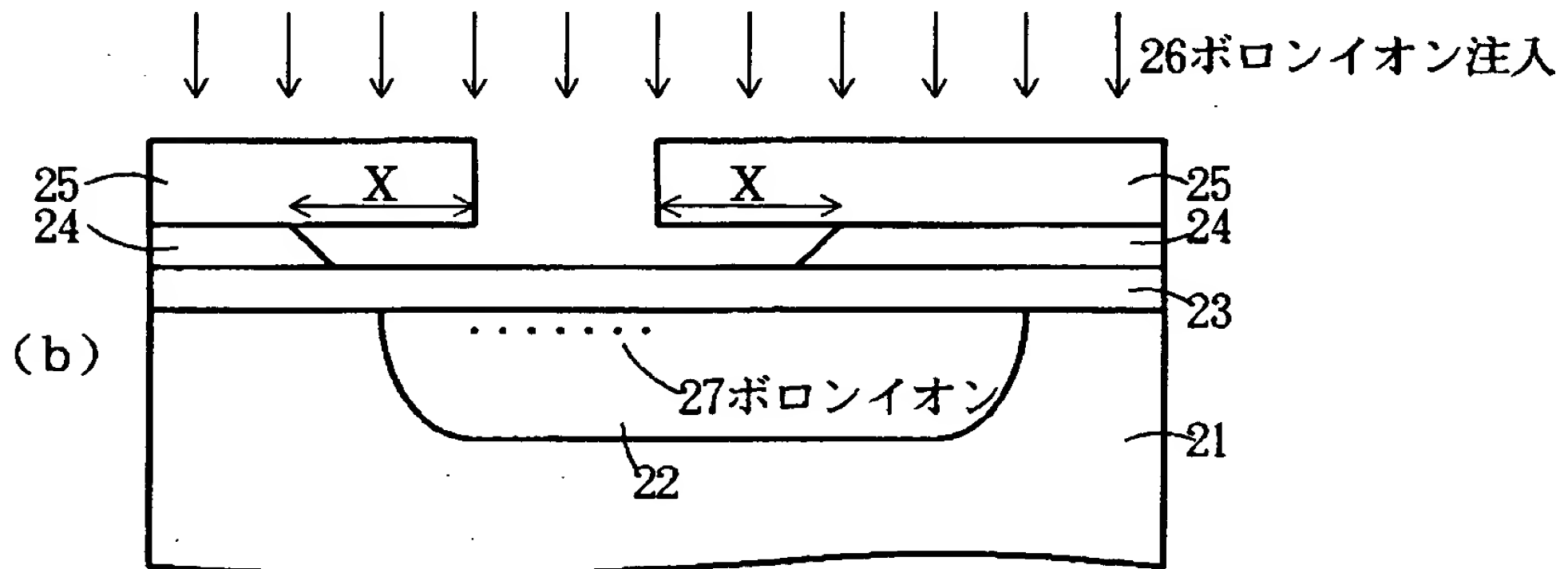
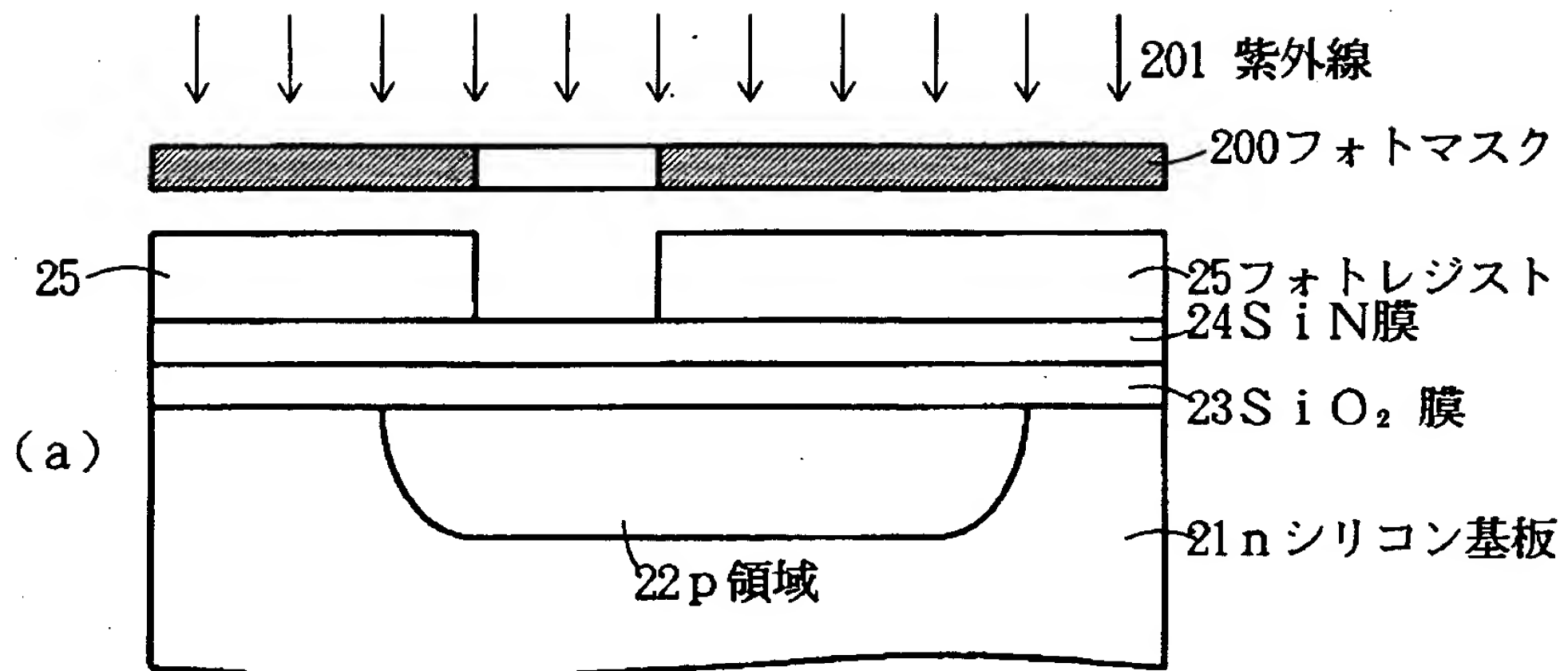
【書類名】

図面

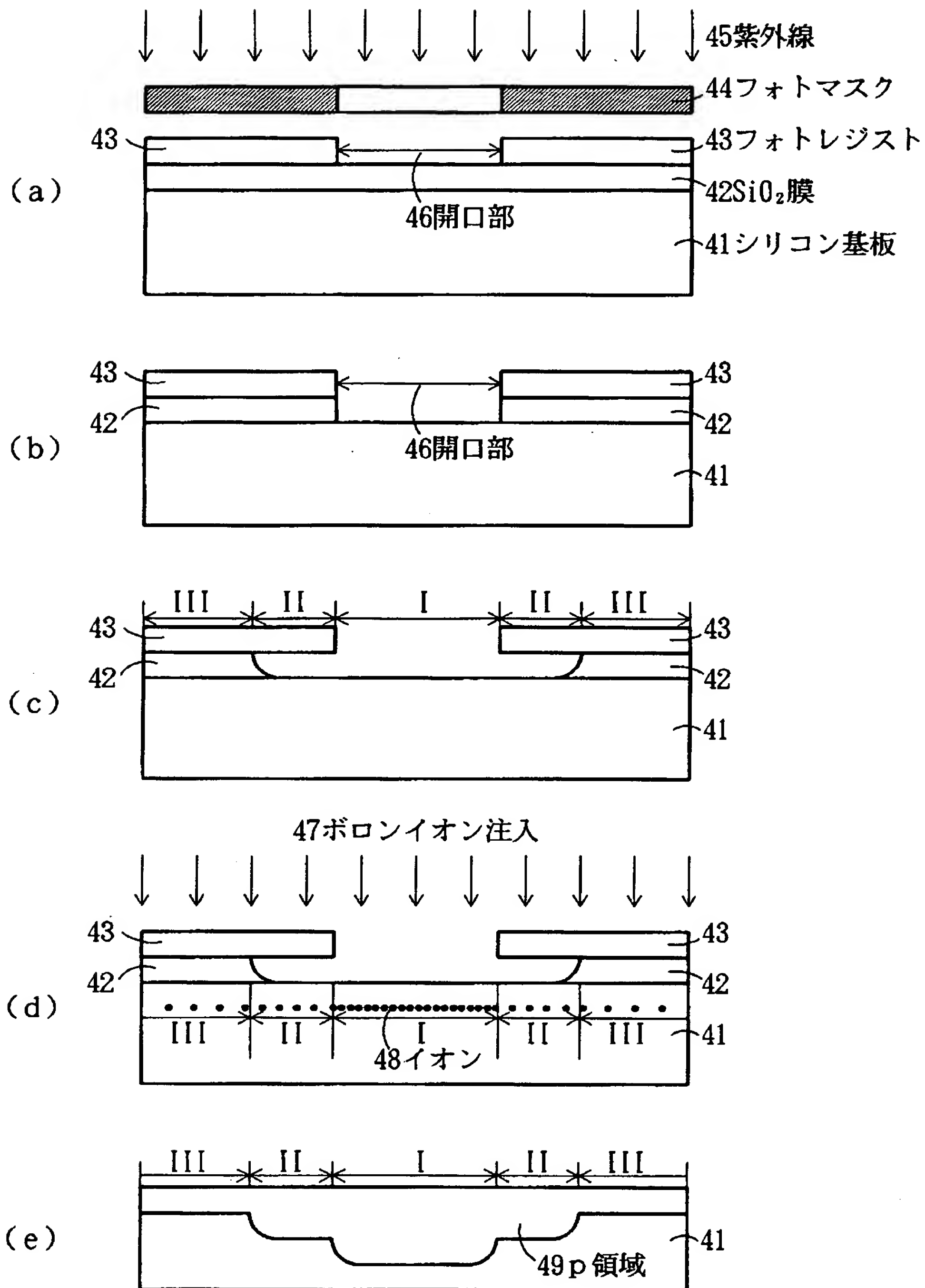
【図 1】



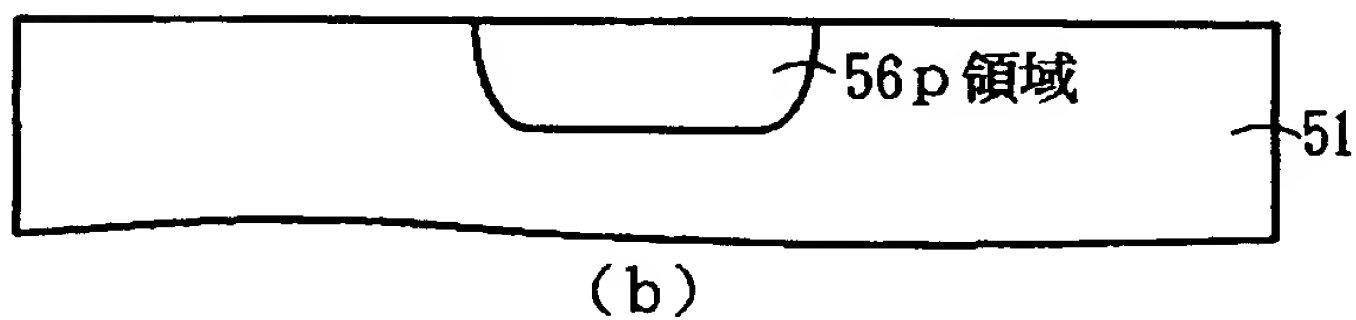
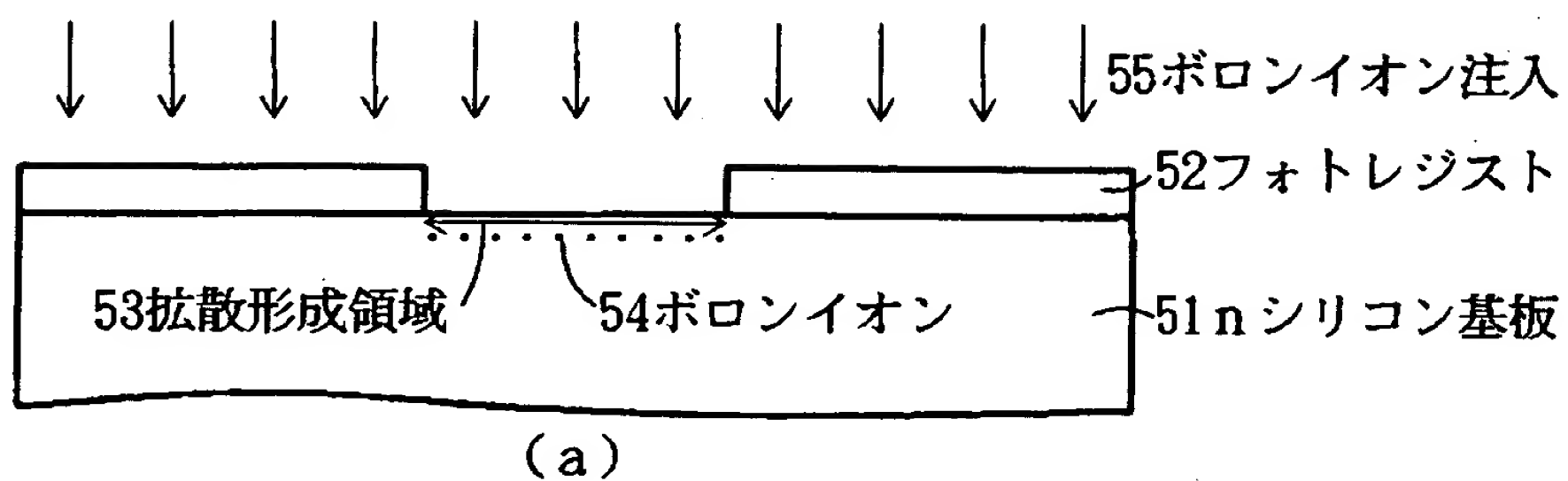
【図 2】



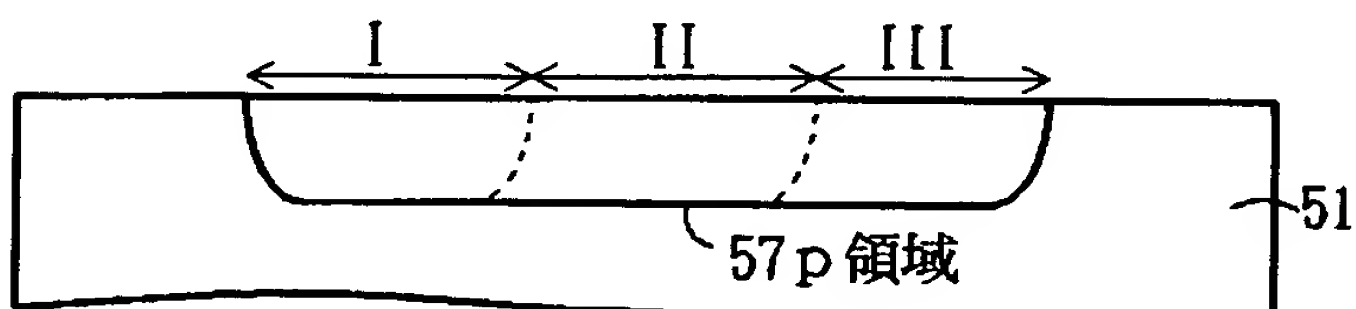
【図 3】



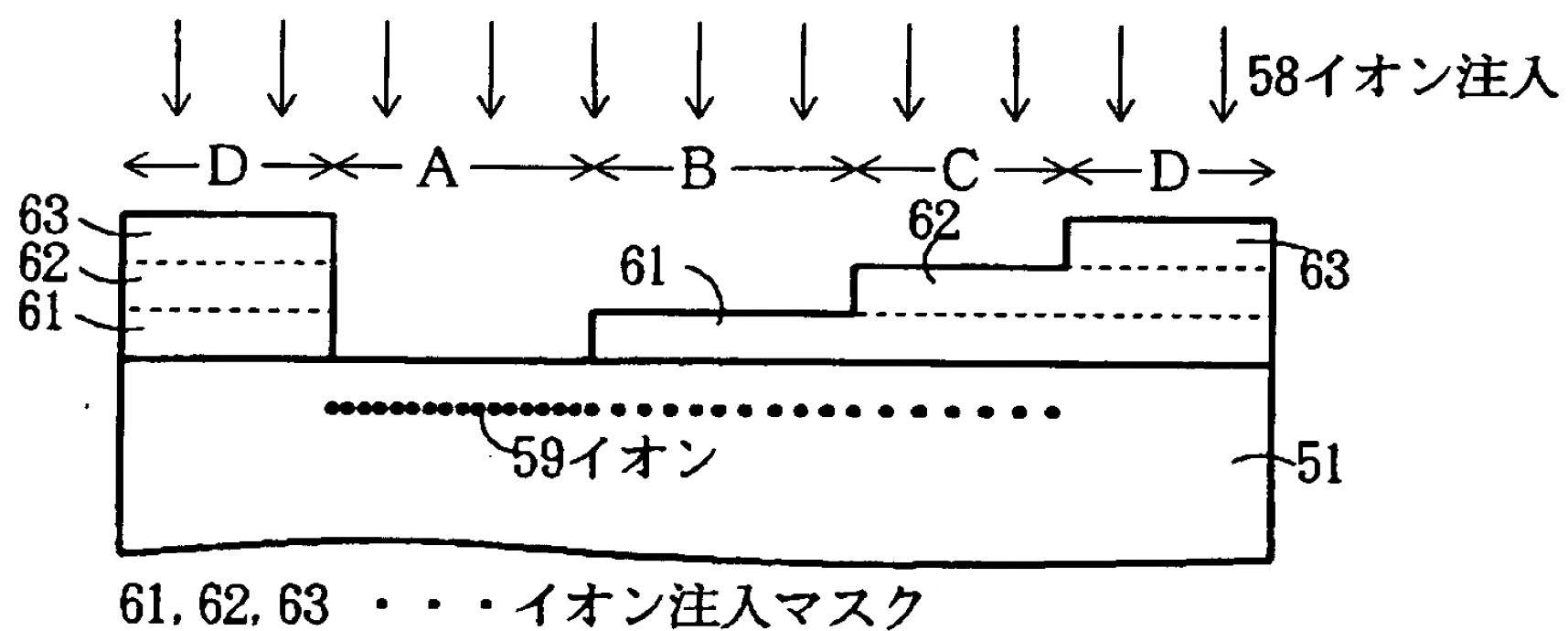
【図 4】



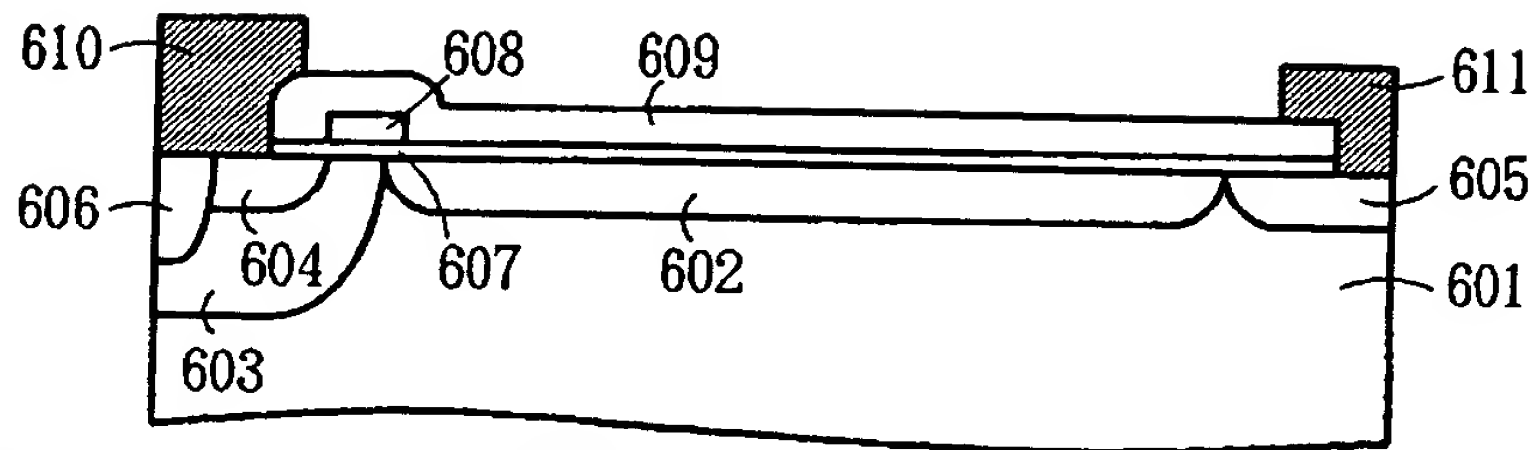
【図 5】



【図 6】

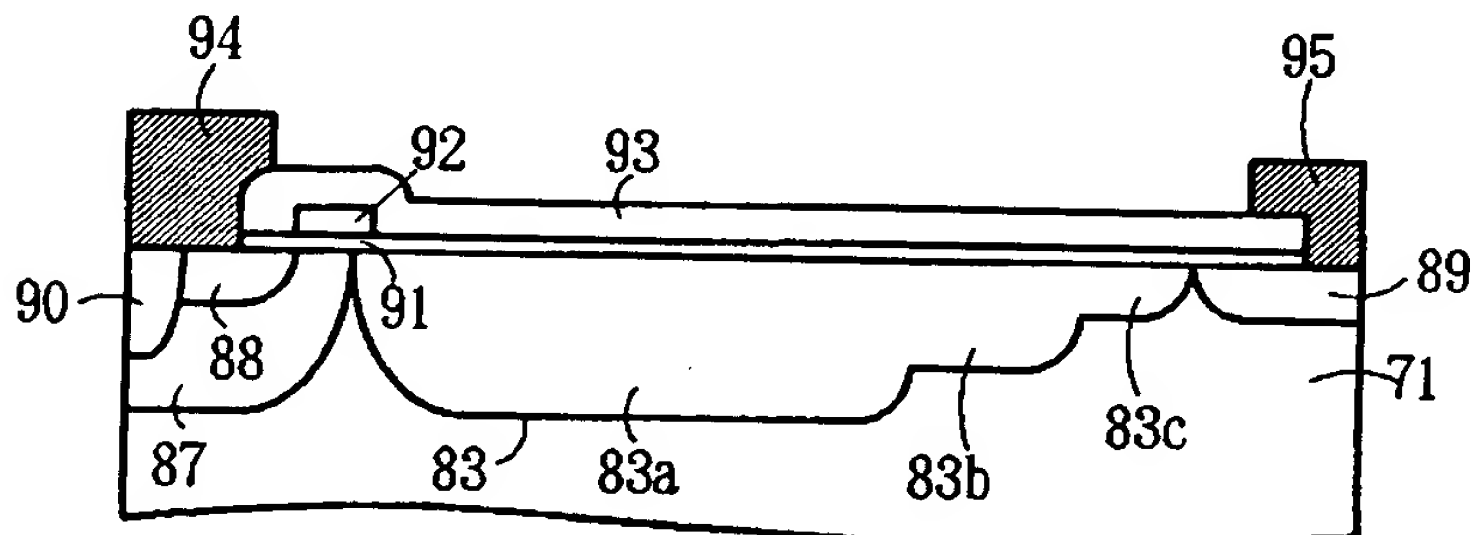


【図 7】



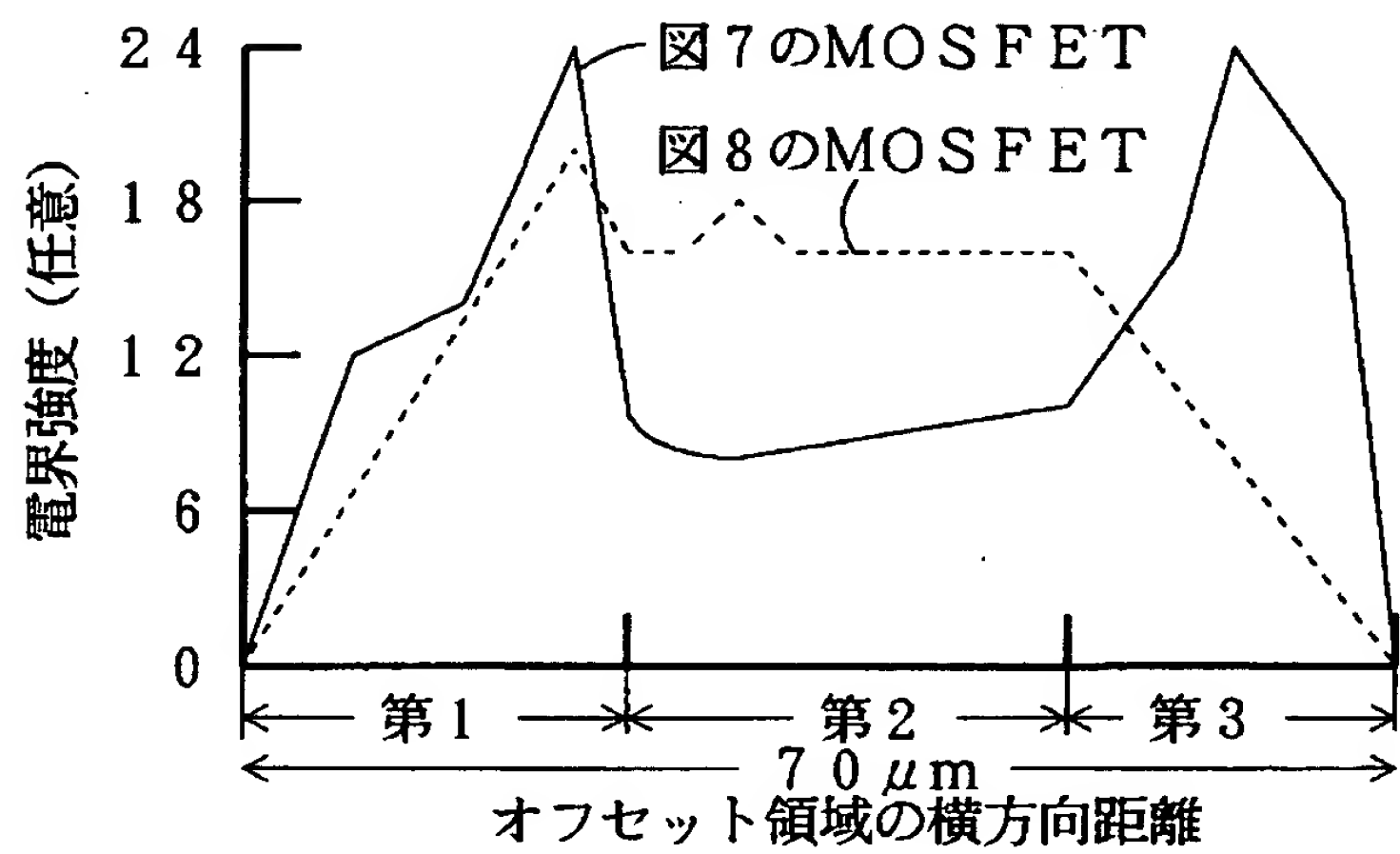
- | | |
|----------------------------|------------------|
| 601 . . . n シリコン基板 | 607 . . . ゲート酸化膜 |
| 602 . . . p 領域 (p オフセット領域) | 608 . . . ゲート電極 |
| 603 . . . p 領域 (p ベース領域) | 609 . . . 絶縁膜 |
| 604 . . . n ソース領域 | 610 . . . ソース電極 |
| 605 . . . n ドレイン領域 | 611 . . . ドレイン電極 |
| 606 . . . p コンタクト領域 | |

【図 8】

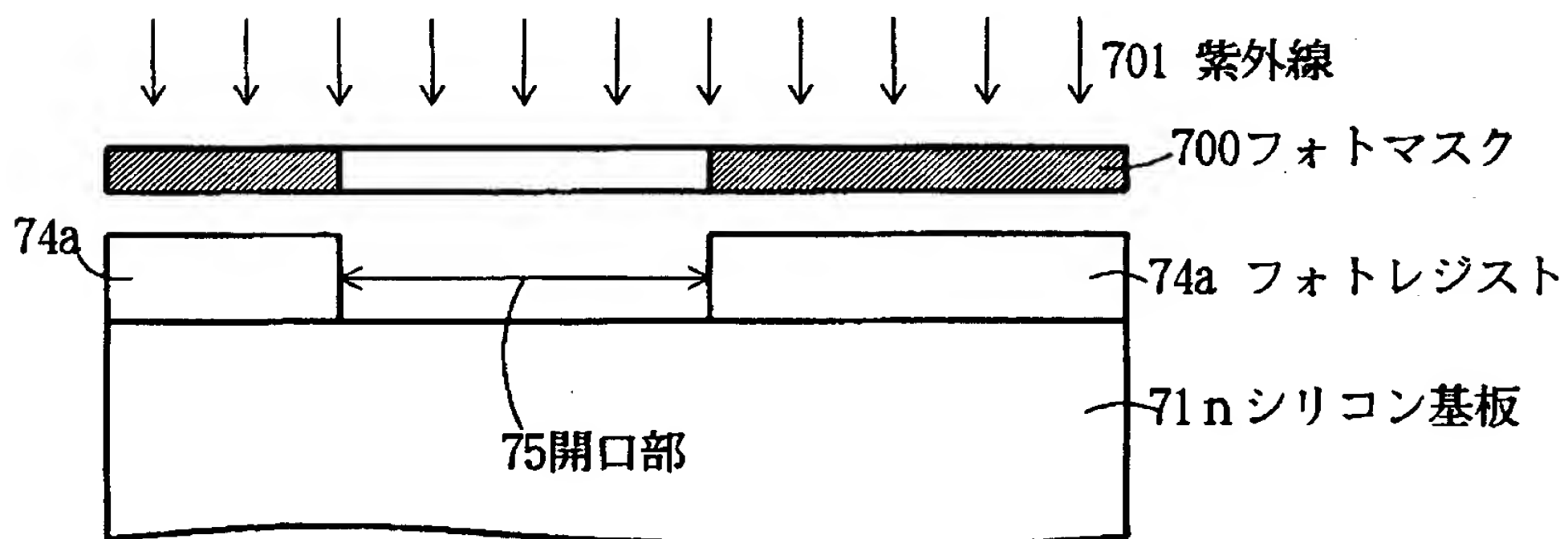


- | | |
|-------------------------|--------------------|
| 71 . . . n シリコン基板 | 89 . . . n ドレイン領域 |
| 83 . . . p オフセット領域 | 90 . . . p コンタクト領域 |
| 83a . . . 第 1 p 領域 | 91 . . . ゲート酸化膜 |
| 83b . . . 第 2 p 領域 | 92 . . . ゲート電極 |
| 83c . . . 第 3 p 領域 | 93 . . . 絶縁膜 |
| 87 . . . p 領域 (p ベース領域) | 94 . . . ソース電極 |
| 88 . . . n ソース領域 | 95 . . . ドレイン電極 |

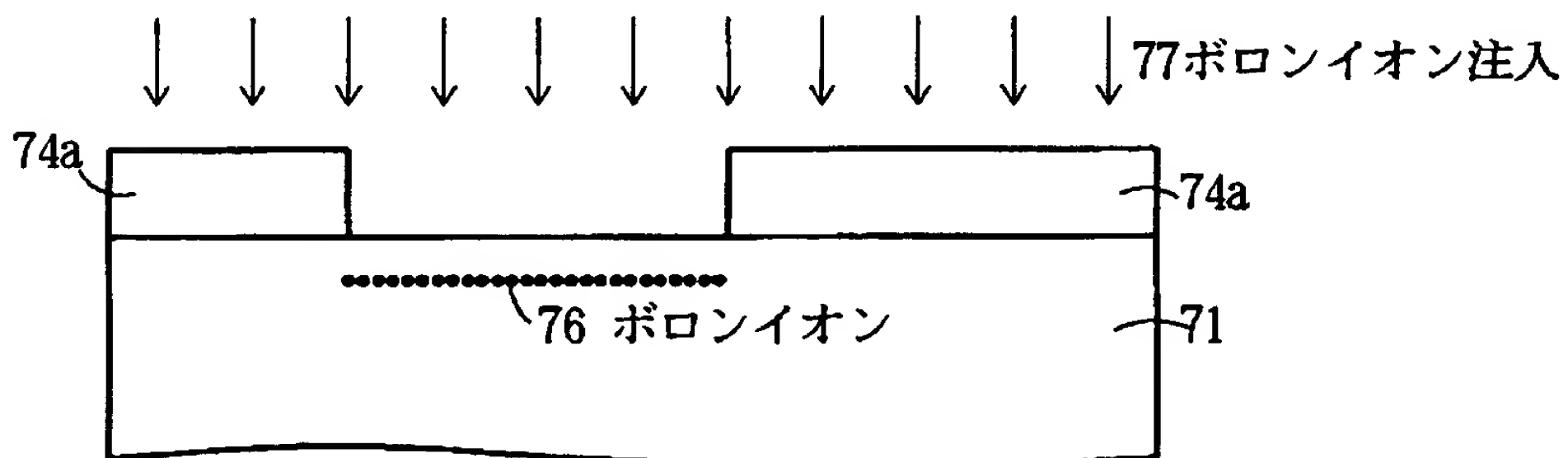
【図 9】



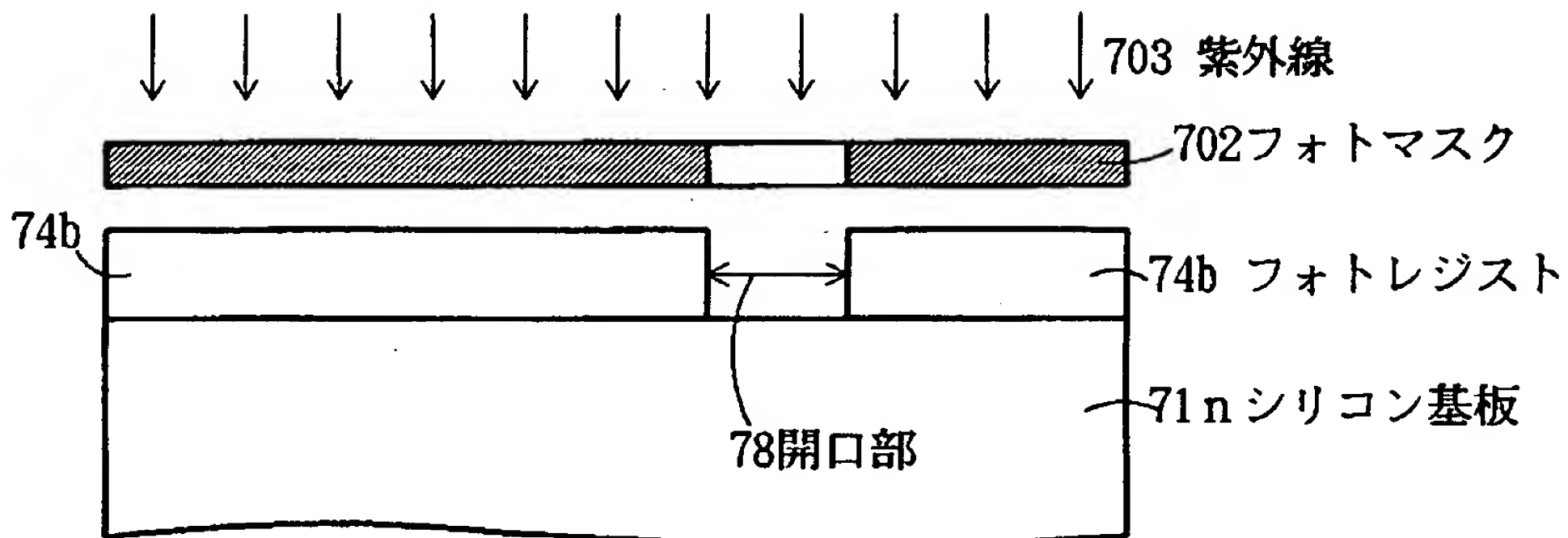
【図 1 0】



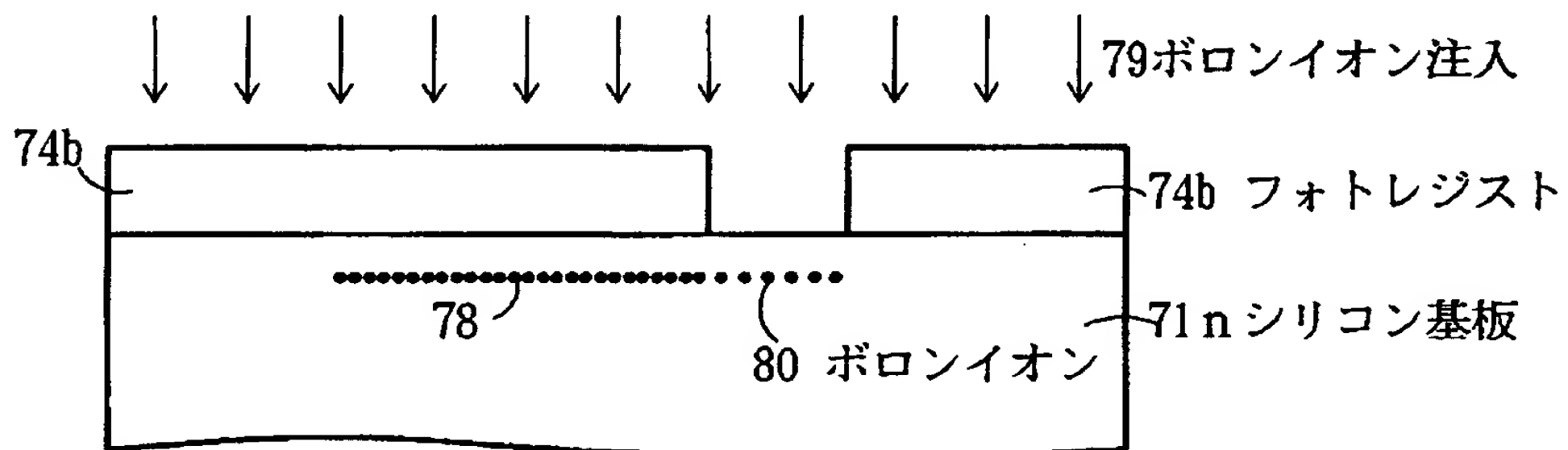
【図 1 1】



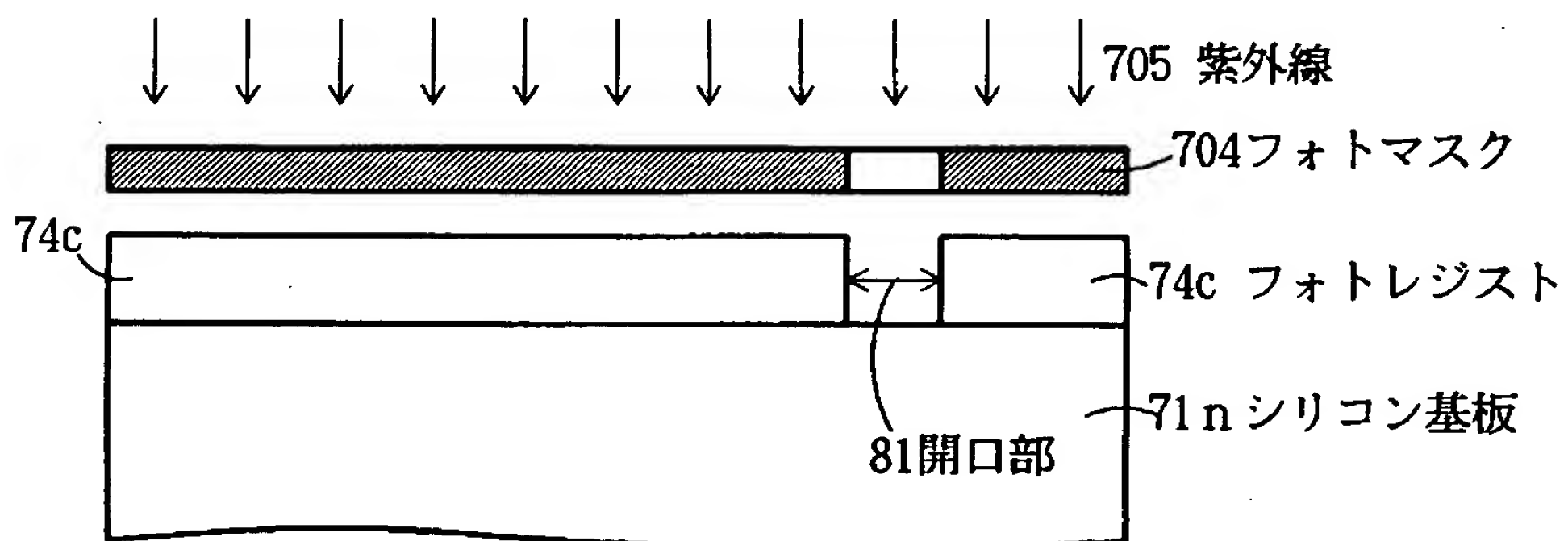
【図 1 2】



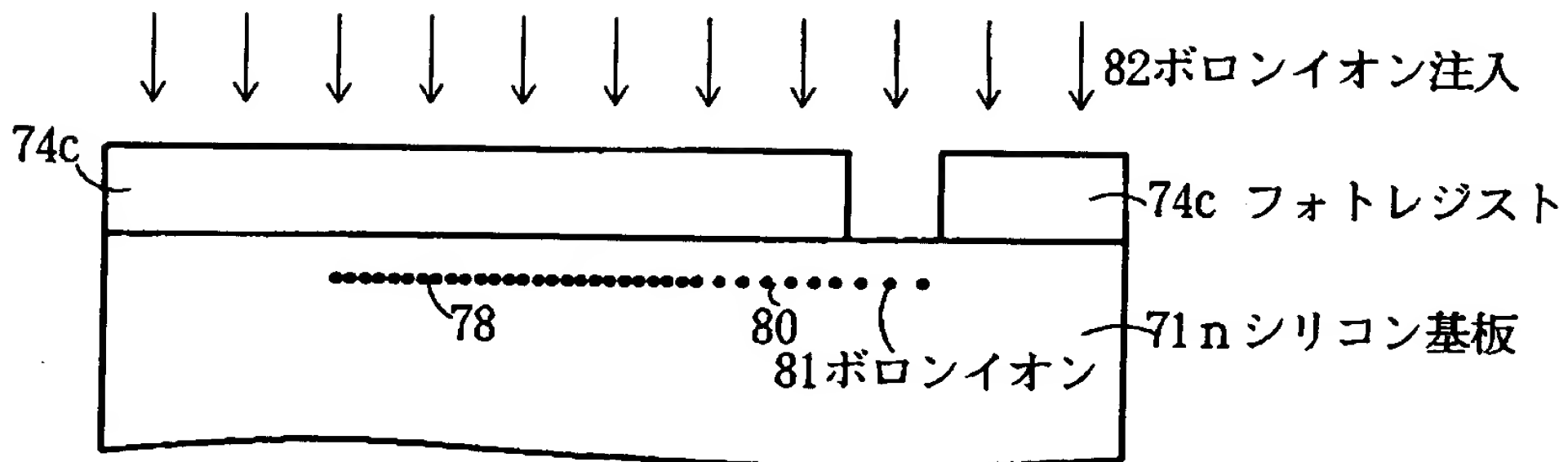
【図 1 3】



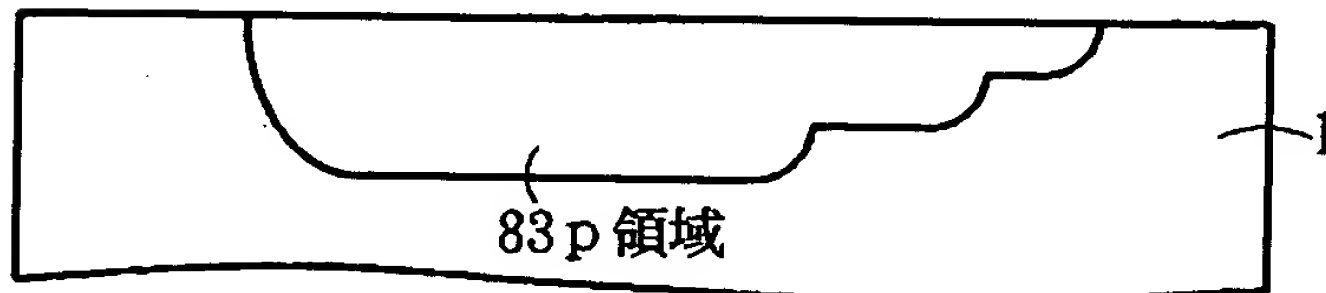
【図 1 4】



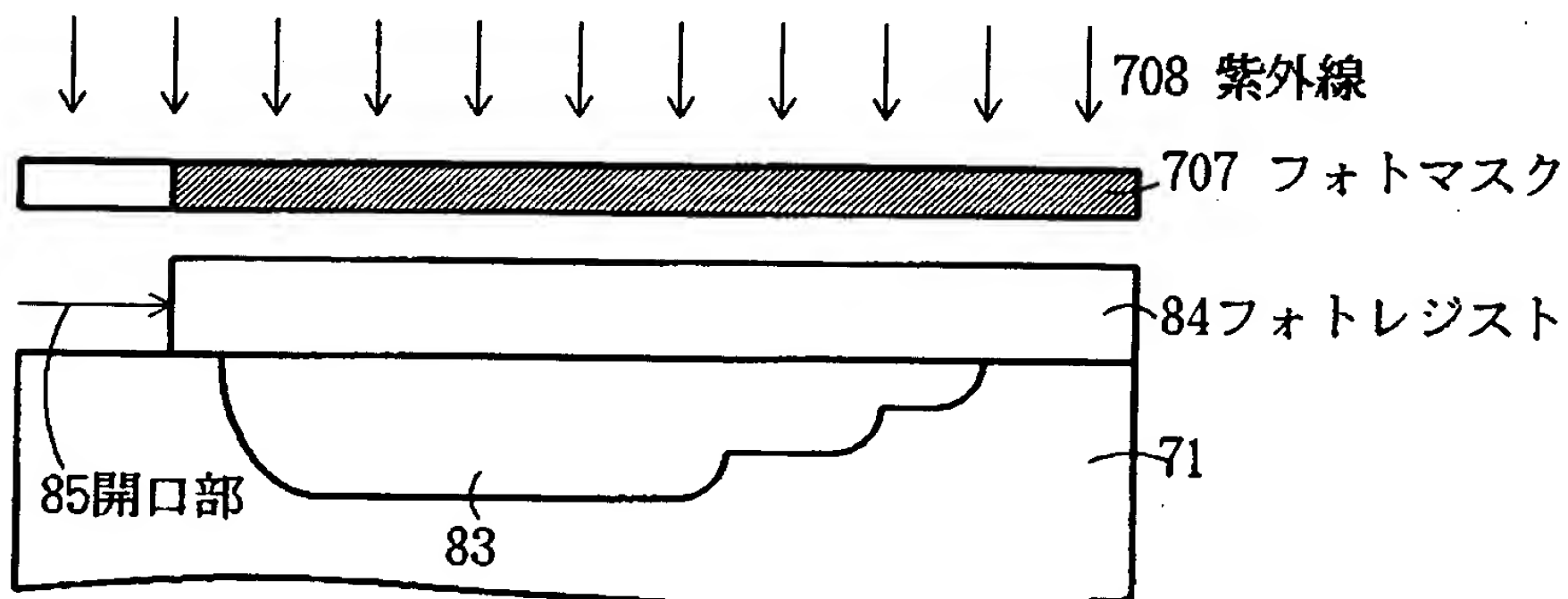
【図 1 5】



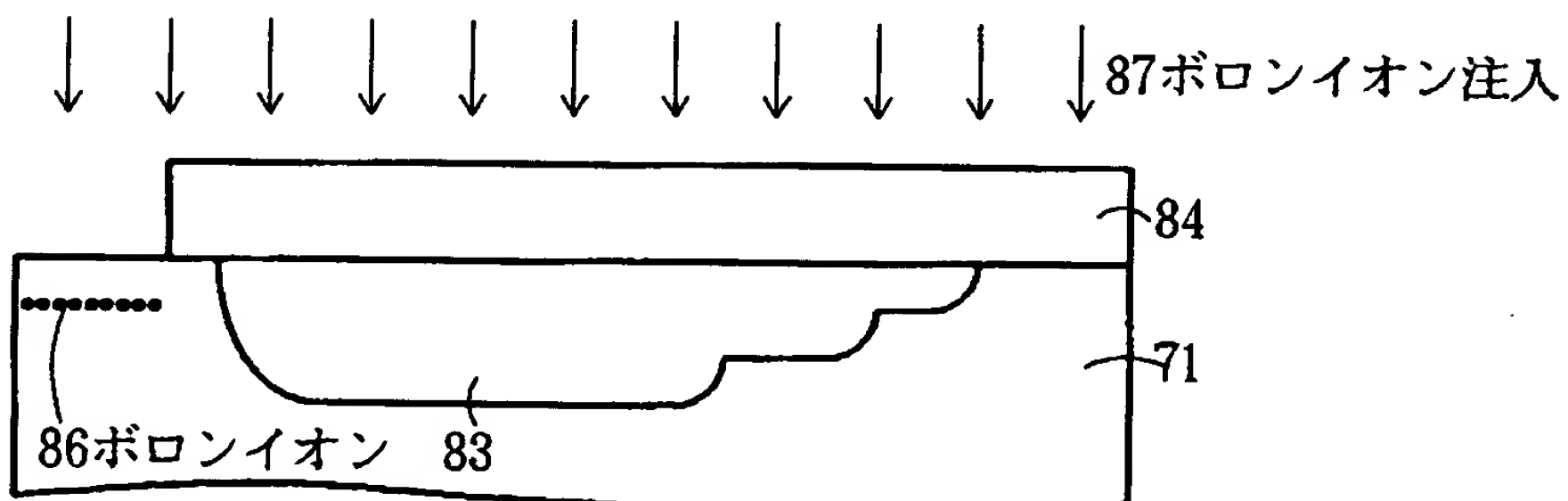
【図 1 6】



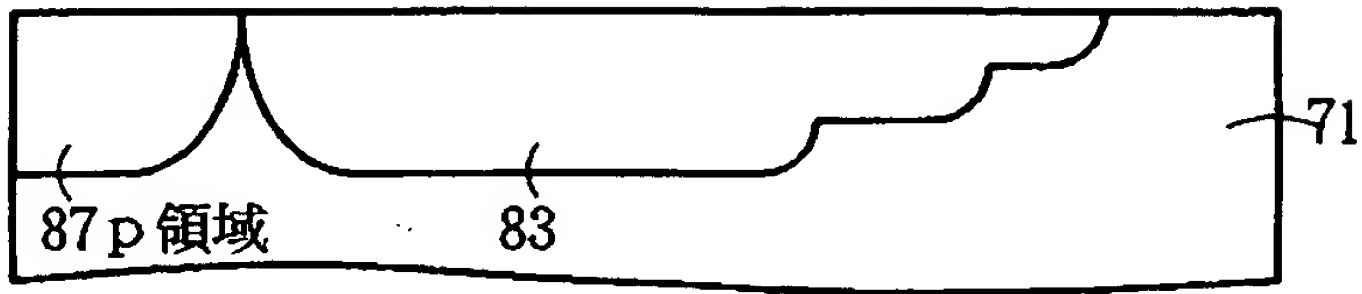
【図 1 7】



【図 1 8】



【図 1 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】一枚のフォトマスクで、濃度の異なる複数個の不純物拡散領域が形成できる不純物拡散領域の形成方法を提供すること。

【解決手段】フッ酸に浸漬し、横方向に任意の距離（ここでは領域II）だけ、フォトレジスト43下の SiO_2 膜42を除去する（同図（c））。そうすることで、イオン注入すべきシリコン基板41面が露出している部分（領域I）と、フォトレジスト43だけでカバーされている部分（領域II）と、 SiO_2 膜42とフォトレジスト43の両方でカバーされている部分（領域III）の3つの領域が1つのフォトマスク44で自己整合的に形成され、I、II、IIIの各領域はそれぞれ、イオン注入阻止能が異なるため、それぞれの領域はイオン48の注入量の異なる領域となる。即ち、この場合は、注入量はIの領域>IIの領域>IIIの領域の順になる（同図（d））。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 2 3 4]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 9 月 5 日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号

氏 名 富士電機株式会社